Aus der I. Medizinischen Klinik der Freien Universität Berlin
im Städtischen Krankenhaus Westend
Direktor: Professor Dr. med., Dr. sc. h. c., Dr. med. vet. h. c.,
Dr. med. h. c Hans Freiherr v. Kreß

Das Verhalten des Blutdrucks und der Schweißelektrolyte während des Saunabades bei Normotonikern und Hypertonikern

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Else Schweinitzer
aus Berlin

1965

Aus der I. Medizinischen Klinik der Freien Universität Berlin
im Städtischen Krankenhaus Westend

Direktor: Professor Dr. med., Dr. sc.h.c., Dr. med.vet.h.c.,
Dr. med.h.c. H a n s F r e i h e r r v. K r e ß

D a s V e r h a l t e n d e s B l u t d r u c k s u n d d e r S c h w e i s s e l e k t r o l y t e w ä h r e n d d e s S a u n a b a d e s b e i N o r m o t o n i k e r n u n d H y p e r t o n i k e r n

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von Else Schweinitzer
aus Berlin

Dekan: Professor Dr. med. A d a l b e r t L o e s c h k e

Referent: Professor Dr. med. G ü n t e r N e u h a u s

Korreferent: Professor Dr. med. M a x S c h w a b

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 26.4.1965

INHALTSÜBERSICHT

A. EINLEITUNG

B. UNTERSUCHUNGSGUT und METHODIK

C. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

I. Das Verhalten von Blutdruck und Pulsfrequenz in der Sauna

1) Normotoniker

2) Hypertoniker

II. Schweiß - Untersuchungen

1) Der Elektrolytgehalt des Schweißes bei Normotonikern und Hypertonikern sowie bei männlichen und weiblichen Versuchspersonen.

a) Mittlere Elektrolytkonzentrationen (mVal/l) des Hitzeschweißes

b) Gesamtelektrolytverluste (mVal) durch Schweiß während 40 Minuten Saunabadens

c) Mittlerer Na/Cl - Konzentrationsquotient des Hitzeschweißes

2) Veränderung der Elektrolytkonzentrationen im Schweiß während eines Saunaganges über 35 Minuten

3) Veränderung der Elektrolytkonzentrationen im Schweiß infolge Saunagewöhnung

III. Serum - Untersuchungen

1) Veränderung der Elektrolytkonzentrationen im Serum nach der Sauna

2) Veränderung des Cholesteringehaltes im Serum

D. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

E. ZUSAMMENFASSUNG

F. LITERATURVERZEICHNIS

A. EINLEITUNG

Die Behandlungsmöglichkeiten der essentiellen Hypertonie bestehen neben der Allgemeintherapie wie Bettruhe und Sedierung in der kochsalzarmen Diät und der Anwendung von Pharmaca, die entweder über den Gefäßbereich (ganglioplegisch wirkende Substanzen) oder über eine gesteigerte Diurese eine Senkung des erhöhten Blutdruckes erstreben.

Die vorliegende Arbeit soll die Frage erörtern, ob und in welchem Maße die Reaktionen (insbesondere die Elektrolyt- und Wasserverluste) der essentiellen Hypertoniker von denen der Normotoniker unter Einwirkung extremer Hitze abweichen und ob sich therapeutische Möglichkeiten für die Behandlung der essentiellen Hypertonie durch die Sauna bieten.

In der Literatur älteren Datums finden wir vorwiegend die Ansicht vertreten, daß ein bestehender Hypertonus eine ausgesprochene Kontraindikation für das Saunabaden sei. So zählt V i h e r j u u r i (1943) in seinem Buch "Finnische Sauna" die Hypertonie zu den Kontraindikationen (50). O t t (1948) hält Sauna für kontraindiziert bei Hypertonien über 200 mm Hg, insbesondere bei Zeichen von Arterioskle-

rose (37). T r o p p (1948) spricht von Kontraindikation der Sauna bei Hypertonikern mit Grundumsatzsteigerung und mit diastolischen Werten über 110 bis 120 mm Hg (49). D e v r i e n t (1950) fand bei älteren Patienten in der Sauna einen Anstieg der systolischen Blutdruckwerte um 20 bis 40 mm Hg und warnt vor der Anwendung der Sauna bei Hypertonikern (11). P r o k o p (1953) hält die Sauna für kontraindiziert bei Hypertonikern mit systolischen Werten von über 200 bis 220 mm Hg (38). Ebenso warnt H e n t s c h e l (1955) ab einer "kritischen Grenze" von systolisch 200 mm Hg vor dem Saunabaden (19).

In diesen Arbeiten wurden Beobachtungen an Normotonikern auf Hypertoniker übertragen, da in keiner dieser Arbeiten Untersuchungen an Hypertonikern in der Sauna erwähnt werden. Berichte über Untersuchungen an Hypertonikern finden sich erstmals 1952.

K l i n g l e r - M a n d i g untersuchte acht Hypertoniker in der Sauna und fand bei sämtlichen Patienten einen ausgesprochen blutdrucksenkenden Effekt des Saunabades (24). E i s a l o fand 1956 ebenfalls eine blutdrucksenkende Wirkung der Sauna, die bei Hypertonikern sogar stärker ausgeprägt war als bei Patienten mit normalem Blutdruck (14). D o r s c h n e r stellte 1961 bei schweren Hypertonikern nach einmaligem Saunabad eine Blutdrucksenkung von ca 30 mm Hg fest, die sogar ein bis zwei Tage anhielt (12).

B. UNTERSUCHUNGSGUT und METHODIK

Es wurden insgesamt 42 Personen (19 männliche und 23 weibliche Versuchspersonen) im Alter von 17 bis 69 Jahren untersucht.

Für jede einzelne Versuchsperson wurde unter Berücksichtigung von Alter und Gewicht nach der von S o l t h aufgestellten Tabelle der Blutdruckveränderungen mit zunehmendem Lebensalter und Körpergewicht (47) der Sollwert des Blutdrucks bestimmt und als untere Grenze der Hypertonie ein systolischer Wert angenommen, der um 25 mmHg über dem ermittelten Sollwert lag. Somit ergab sich folgende Einteilung der untersuchten Personen:

28 Normotoniker	12 männl.Vp.	(21 - 48 Jahre)
	16 weibl.Vp.	(17 - 69 Jahre)
14 Hypertoniker	7 männl.Vp.	(21 - 59 Jahre)
	7 weibl.Vp.	(26 - 68 Jahre)

Sämtliche Patienten wurden eingehend klinisch untersucht, um die Diagnose soweit als möglich zu sichern. Bei keinem der Patienten lag eine cardiale Insuffizienz vor.

Die Experimente in der Sauna wurden in der Zeit von April bis Dezember 1961 einmal wöchentlich durchgeführt. Die meisten Personen wurden über 2 bis 3 Monate einmal pro Woche in der Sauna untersucht.

Es wurden jeweils zwei Saunabäder über 20 Minuten durchgeführt. Die Temperaturen im Schwitzraum lagen zwischen 80° und 90° C.

Vor dem ersten Saunabad wurden Blutdruck, Pulsfrequenz und Körpergewicht gemessen sowie 20 ml Venenblut für die Serumuntersuchungen abgenommen.

Während beider Saunabäder wurden sofort nach Betreten des Schwitzraumes und dann weiter in 5 Minuten-Abständen der Blutdruck nach Riva-Rocci und die Pulsfrequenz kontrolliert. Schweißproben wurden in Erlenmeyerkolben, denen Glastrichter durch Korken fest aufgesetzt waren (um die Verdunstung und Konzentrierung des Schweißes möglichst niedrig zu halten), vom Oberkörper gesammelt.

Zwischen den beiden Saunabädern wurde 5 Minuten kalt geduscht und nach 5 Minuten Ruhe abermals Blutdruck, Pulsfrequenz und Gewicht gemessen.

Nach dem zweiten Saunabad wurden die Patienten ohne vorher zu duschen in Wolldecken gepackt und ebenfalls in 5 Minuten-Abständen zweimal Blutruck und Pulsfrequenz kontrolliert. Danach wurde wie vor dem ersten Saunabad abermals gewogen und 20 ml Venenblut für die Serumuntersuchungen abgenommen.

Das Venenblut wurde sofort nach der Entnahme zentrifugiert und das Serum abpipettiert. Der Natrium- und der Kaliumgehalt wurden flammenphotometrisch (34), der Chloridgehalt nach L a n g (34) bestimmt. Die

Cholesterinbestimmungen erfolgten nach der Methode von Schönheimer-Sperry (34).

Bei der Ermittlung der Gesamtelektrolytverluste wurde der Schweißverlust aus dem Gewichtsverlust ermittelt. Dabei blieb der Anteil der Perspiratio insensibilis unberücksichtigt. Dieser würde für die Zeit unserer Versuchsdauer pro Person etwa 15 bis 20 g/m^2 ausmachen (4, 21, 27, 41, 52). Da in dieser Arbeit jedoch in erster Linie die an hypertensiven Patienten gewonnenen Ergebnisse mit denen von Normotonikern verglichen werden sollen, glauben wir, diesen Wert vernachlässigen zu können.

C. U N T E R S U C H U N G S E R G E B N I S S E

I. Das Verhalten von Blutdruck und Pulsfrequenz in der Sauna

1) Normotoniker

Tabelle 1: Das Verhalten von Blutdruck und Pulsfrequenz in der Sauna, ermittelt aus 38 Untersuchungen an männlichen Normotonikern. Alter: 38 (21 - 48) Jahre.

	Puls Schläge/Min.	RR (mmHg) systolisch diastolisch	Differenz zum AW (mmHg)	Signifikanz der Diff. zum AW P
Ausgangswert (AW)	77 (± 9)	127 (± 9) 84 (± 7)		
Sauna 1'	91 (± 12)	123 (± 12) 86 (± 7)	- 4 + 2	< 0,10 > 0,05
5'	103 (± 12)	126 (± 13) 84 (± 9)	- 1 0	> 0,35
10'	112 (± 14)	128 (± 14) 82 (± 9)	+ 1 - 2	< 0,35 < 0,25
15'	117 (± 13)	129 (± 16) 80 (± 12)	+ 2 - 4	< 0,20 > 0,05
20'	123 (± 10)	130 (± 17) 79 (± 11)	+ 3 - 5	< 0,15 < 0,025
Duschen 5' Ruhe	74 (± 10)	124 (± 13) 83 (± 10)	- 3 - 1	> 0,20 > 0,475
Sauna 1'	93 (± 10)	122 (± 11) 85 (± 9)	- 5 + 1	< 0,025 > 0,15
5'	106 (± 13)	124 (± 14) 84 (± 8)	- 3 0	< 0,20
10'	113 (± 13)	124 (± 14) 82 (± 11)	- 3 - 2	> 0,20 > 0,25
15'	118 (± 14)	126 (± 16) 80 (± 11)	- 1 - 4	< 0,40 < 0,05
20'	126 (± 13)	127 (± 17) 80 (± 11)	0 - 4	> 0,05
Ruhe 5'	87 (± 10)	128 (± 13) 82 (± 11)	+ 1 - 2	< 0,25 < 0,20
10'	85 (± 10)	125 (± 12) 80 (± 10)	- 2 - 4	> 0,25 > 0,05

Tabelle 2: Das Verhalten von Blutdruck und Pulsfrequenz in der Sauna, ermittelt aus 22 Untersuchungen an weiblichen Normotonikern. Alter: 32 (17 - 69) Jahre.

	Puls Schläge/Min	RR (mmHg) systolisch diastolisch	Differenz zum AW (mmHg)	Signifikanz der Diff. zum AW P
Ausgangswert	74 (± 12)	120 (± 13) 80 (± 8)		
Sauna 1'	90 (± 11)	117 (± 10) 78 (± 9)	- 3 - 2	<0,25 >0,25
5'	96 (± 14)	113 (± 10) 75 (± 8)	- 7 - 5	<0,05 <0,025
10'	105 (± 16)	112 (± 7) 74 (± 7)	- 8 - 6	>0,01 >0,0125
15'	111 (± 14)	114 (± 10) 71 (± 8)	- 6 - 9	>0,05 >0,0005
20'	117 (± 14)	119 (± 12) 70 (± 9)	- 1 - 10	>0,40 >0,0005
Duschen 5' Ruhe	73 (± 12)	113 (± 11) 74 (± 9)	- 7 - 6	<0,05 <0,025
Sauna 1'	87 (± 14)	114 (± 11) 75 (± 8)	- 6 - 5	>0,05 >0,0125
5'	96 (± 14)	111 (± 9) 75 (± 8)	- 9 - 5	<0,01 <0,05
10'	105 (± 16)	113 (± 11) 73 (± 8)	- 7 - 7	<0,05 >0,005
15'	112 (± 17)	114 (± 11) 72 (± 7)	- 6 - 8	>0,05 <0,0005
20'	116 (± 15)	113 (± 10) 70 (± 9)	- 7 - 10	<0,05 >0,0005
Ruhe 5'	83 (± 12)	111 (± 10) 70 (± 8)	- 9 - 10	>0,01 <0,0005
10'	82 (± 11)	109 (± 12) 69 (± 9)	- 11 - 11	<0,005 <0,0005

Abbildung 1:

Graphische Darstellung des Verhaltens von Blutdruck und Pulsfrequenz der männlichen Normotoniker in der Sauna

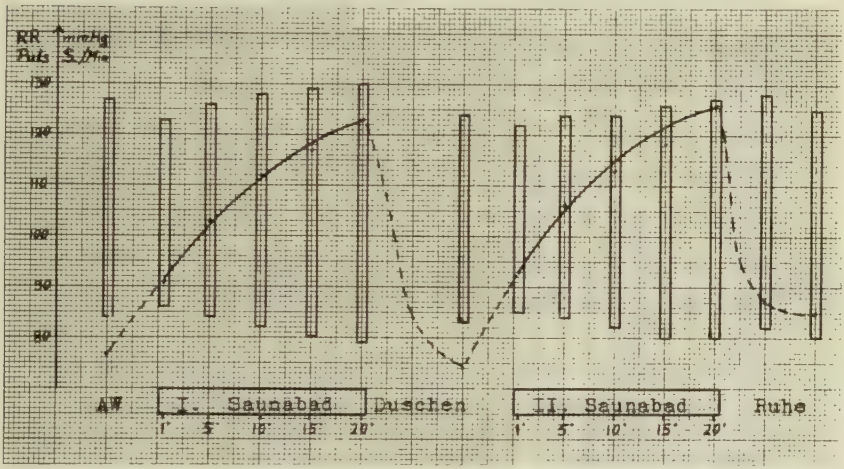
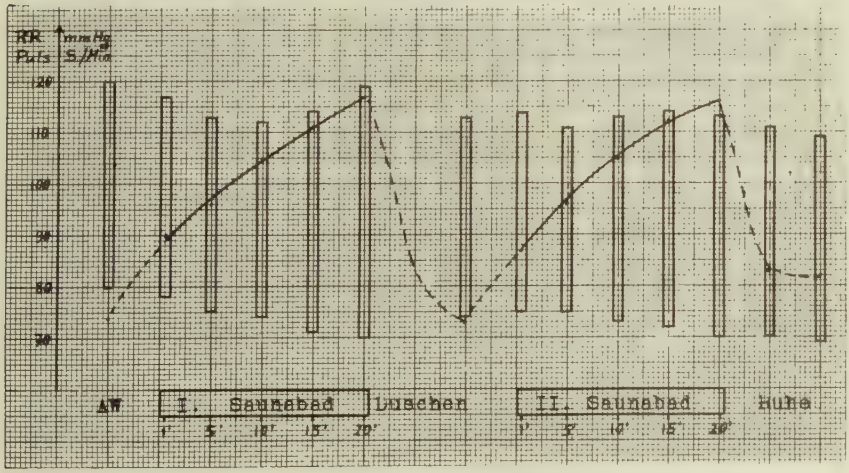


Abbildung 2:

Graphische Darstellung des Verhaltens von Blutdruck und Pulsfrequenz der weiblichen Normotoniker in der Sauna



Das Verhalten des Blutdruckes in der Sauna ist bei den Normotonikern uneinheitlich. Bei den Männern kommt es kurz nach Betreten des Schwitzraumes zunächst zu einem geringen Absinken des systolischen Wertes und zu einer Verkleinerung der Amplitude. Im Verlauf des Schwitzens kommt es zu einem langsamen Wiederansteigen des systolischen Blutdruckes auf, bzw. über, den Ausgangswert und einem Absinken des diastolischen Wertes um 5 bzw. 4 mmHg gegen Ende des Saunabades. Es ergibt sich somit eine Vergrößerung der Amplitude.

Die Frauen erreichen die niedrigsten systolischen Werte in der Sauna erst nach 5 - 10 Minuten. Auch hier kommt es infolge kontinuierlichen Absinkens des diastolichen Blutdruckes zu einer Vergrößerung der Amplitude gegen Ende des Saunabades. Während bei den Männern nur die diastolischen Endwerte in der Sauna und der niedrigste systolische Wert (zu Beginn des zweiten Saunabades) als signifikante Veränderung gegenüber dem Ausgangswert vor der Sauna anzusehen sind, ist dies bei den Frauen für die Mehrzahl der Blutdruckwerte der Fall.

Beide Gruppen zeigen ein nahezu lineares Ansteigen der mittleren Pulsfrequenz. Der Maximalwert gegen Ende des Saunabades liegt bei den Männern um 126 und bei den Frauen um 117/Minute. Nach dem Duschen zeigen beide Gruppen eine rasche Normalisierung der Pulsfrequenz.

2) Hypertoniker

Tabelle 3: Das Verhalten von Blutdruck und Pulsfrequenz in der Sauna, ermittelt aus 18 Untersuchungen an männlichen Hypertonikern. Alter: 41 (21 - 59) Jahre.

	Puls Schläge/Min	RR (mmHg) systolisch diastolisch	Differenz zum AW (mmHg)	Signifikanz der Diff. zum AW P
Ausgangswert (AW)	80 (± 13)	172 (± 19) 111 (± 13)		
Sauna 1'	94 (± 14)	160 (± 28) 109 (± 14)	- 12 - 2	< 0,10 > 0,35
5'	105 (± 17)	157 (± 24) 105 (± 14)	- 15 - 6	< 0,025 > 0,10
10'	116 (± 16)	156 (± 29) 100 (± 15)	- 16 - 11	< 0,05 > 0,0125
15'	124 (± 17)	156 (± 31) 97 (± 17)	- 16 - 14	< 0,05 > 0,005
20'	130 (± 18)	154 (± 30) 93 (± 19)	- 18 - 18	< 0,025 < 0,0025
Duschen 5' Ruhe	80 (± 10)	149 (± 13) 98 (± 8)	- 23 - 13	< 0,0005 < 0,0025
Sauna 1'	95 (± 14)	147 (± 25) 102 (± 17)	- 25 - 9	< 0,0025 < 0,05
5'	109 (± 14)	149 (± 31) 100 (± 18)	- 23 - 11	< 0,01 < 0,025
10'	118 (± 15)	151 (± 31) 96 (± 17)	- 21 - 15	> 0,0125 > 0,0025
15'	123 (± 16)	150 (± 32) 93 (± 17)	- 22 - 18	< 0,01 > 0,0005
20'	129 (± 21)	153 (± 33) 91 (± 18)	- 19 - 20	< 0,025 < 0,0005
Ruhe 5'	92 (± 18)	144 (± 14) 88 (± 17)	- 28 - 23	< 0,0005 < 0,0005
10'	91 (± 15)	143 (± 12) 85 (± 14)	- 29 - 26	< 0,0005 < 0,0005

Tabelle 4: Das Verhalten von Blutdruck und Pulsfrequenz in der Sauna, ermittelt aus 25 Untersuchungen an weiblichen Hypertonikern. Alter: 61 (56 - 68) Jahre.

	Puls Schläge/Min	RR (mmHg) systolisch diastolisch	Differenz zum AW (mmHg)	Signifikanz der Diff. zum AW P
Ausgangswert (AW)	62 (± 10)	205 (± 18) 117 (± 19)		
Sauna 1'	72 (± 14)	187 (± 19) 107 (± 10)	- 18 - 10	> 0,0005 < 0,025
5'	77 (± 15)	171 (± 14) 105 (± 11)	- 34 - 12	< 0,0005 > 0,005
10'	88 (± 15)	160 (± 13) 103 (± 11)	- 45 - 14	< 0,0005 > 0,0005
15'	95 (± 15)	153 (± 11) 100 (± 11)	- 52 - 17	< 0,0005 < 0,0005
20'	103 (± 17)	151 (± 13) 98 (± 10)	- 54 - 19	< 0,0005 < 0,0005
Duschen 5' Ruhe	69 (± 13)	177 (± 18) 103 (± 14)	- 28 - 14	< 0,0005 < 0,005
Sauna 1'	81 (± 14)	164 (± 11) 102 (± 10)	- 41 - 15	< 0,0005 < 0,0005
5'	91 (± 14)	154 (± 8) 99 (± 10)	- 51 - 18	< 0,0005 < 0,0005
10'	94 (± 14)	150 (± 10) 97 (± 10)	- 55 - 20	< 0,0005 < 0,0005
15'	102 (± 13)	147 (± 9) 95 (± 11)	- 58 - 22	< 0,0005 < 0,0005
20'	107 (± 14)	146 (± 9) 94 (± 11)	- 59 - 23	< 0,0005 < 0,0005
Ruhe 5'	78 (± 13)	160 (± 17) 96 (± 14)	- 45 - 21	< 0,0005 < 0,0005
10'	76 (± 11)	160 (± 13) 93 (± 14)	- 45 - 24	< 0,0005 < 0,0005

Abbildung 3:

Graphische Darstellung des Verhaltens von Blutdruck und Pulsfrequenz der männlichen Hypertoniker in der Sauna

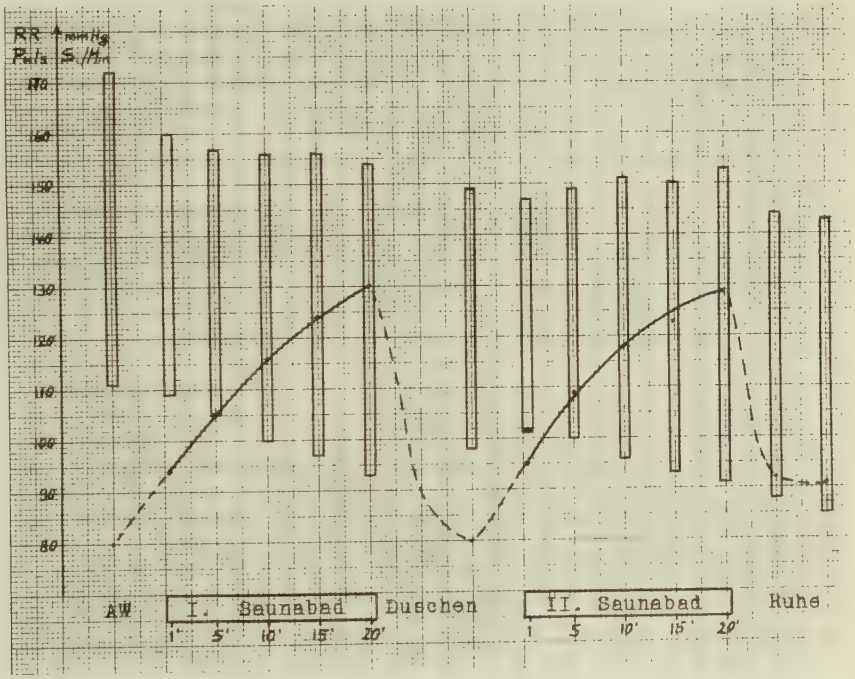
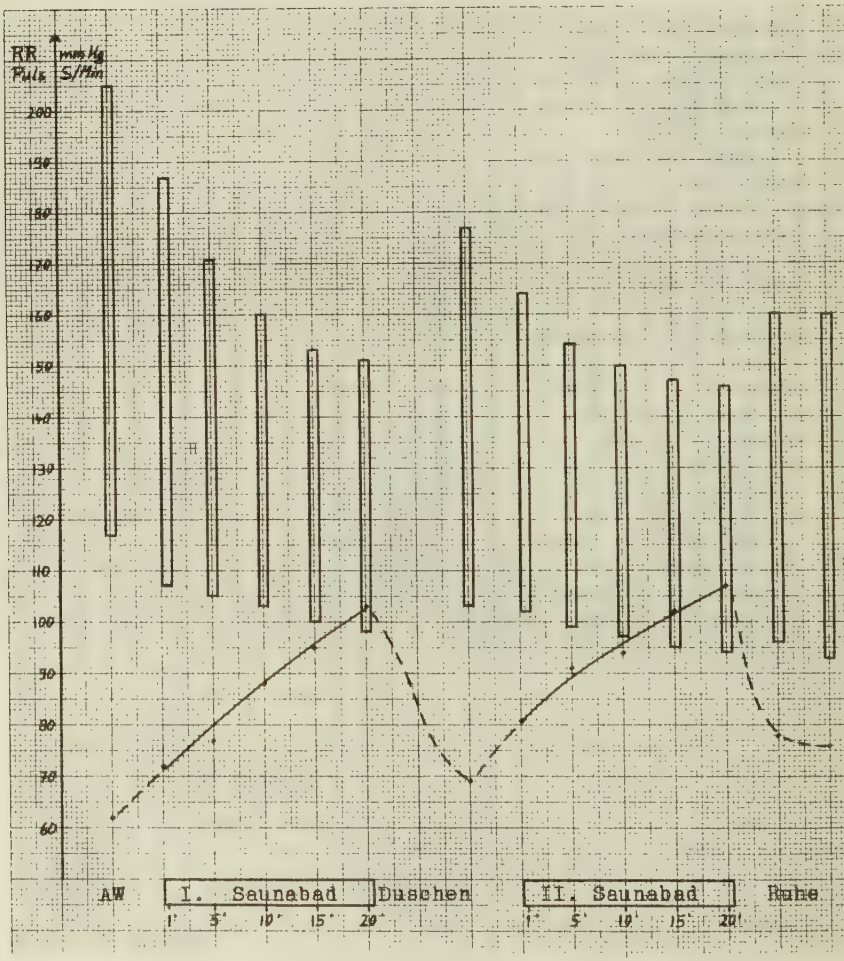


Abbildung 4:

Graphische Darstellung des Verhaltens von Blutdruck und Pulsfrequenz der weiblichen Hypertoniker in der Sauna



Bei den männlichen Hypertonikern kommt es in der Sauna zu einem Absinken des systolischen Blutdruckes, der bereits wenige Minuten nach Betreten des Schwitzraumes gegenüber dem Vorwert signifikant ist. Der Blutdruck dieser Gruppe beträgt vor Beginn der Saunabäder 172/111 mmHg und weist gegen Ende des ersten Saunabades eine Senkung des systolischen wie des diastolischen Wertes um je 18 mmHg auf. Nach dem Duschen kommt es zu einem weiteren Abfall des systolischen Blutdruckes um zusätzlich 5 mmHg, während der diastolische Wert um 5 mmHg ansteigt. Zu Beginn des zweiten Saunabades erfolgt ein weiterer Abfall des systolischen und ein Anstieg des diastolischen Blutdruckes. Im Verlauf des zweiten Saunabades setzt jedoch ein geringer Anstieg des systolischen Blutdruckes ein, der nach 20 Minuten 6 mmHg beträgt, während der diastolische Blutdruck wie im ersten Saunabad einen kontinuierlichen Abfall zeigt. Die Senkung des diastolischen Wertes schreitet nach Beendigung des Schwitzens fort und der systolische Blutdruck erreicht 10 Minuten nach dem Saunabad seinen niedrigsten Wert. Gegenüber dem Ausgangswert ergibt sich eine Senkung des systolischen Blutdruckes von 29 mmHg und des diastolischen Wertes von 16 mmHg.

Die weiblichen Hypertoniker liegen mit ihrem Blutdruck vor Beginn der Saunabäder um 205/117 mmHg.

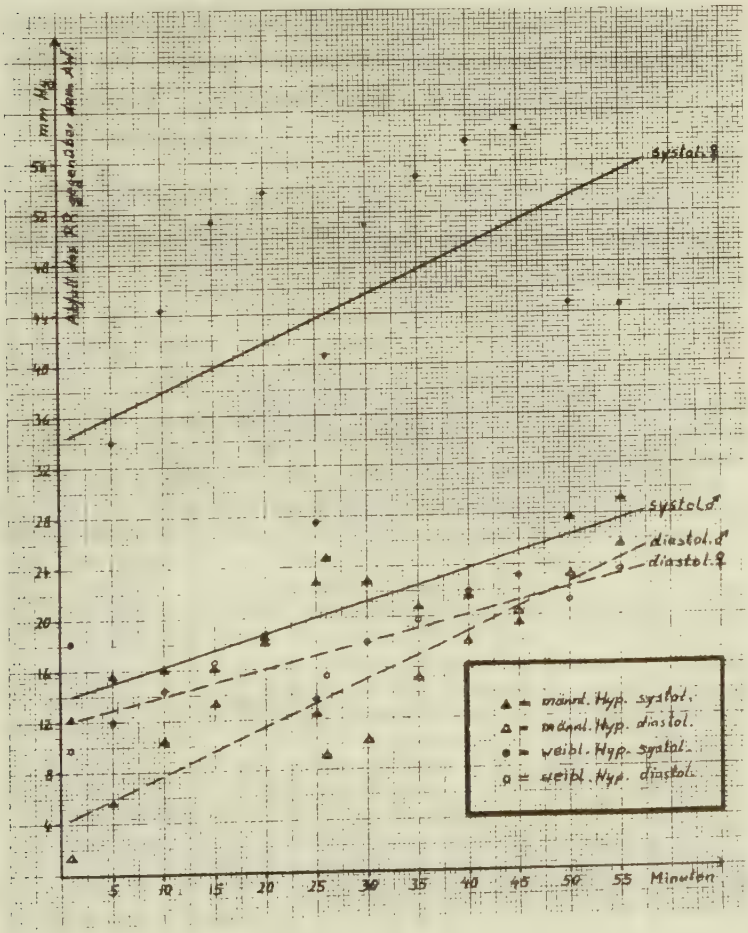
Infolge des höheren Ausgangswertes erweisen sich die Veränderungen des Blutdruckes in der Sauna hier am einheitlichsten. Bereits 1 Minute nach Betreten des Schwitzraumes kommt es zu einem signifikanten Abfall des systolischen als auch des diastolischen Blutdruckes im Vergleich zu dem Ausgangswert, und gegen Ende des ersten Saunabades ist der Blutdruck systolisch um 54 mmHg und diastolisch um 19 mmHg abgefallen. Nach dem Duschen kommt es zu einem Wiederansteigen des systolischen Wertes um 26 mmHg und zu einer Vergrößerung der Amplitude. Während des zweiten Saunabades fällt der Blutdruck erneut kontinuierlich ab, um nach 20 Minuten um 59 mmHg systolisch und 23 mmHg diastolisch unter dem Ausgangswert zu liegen. Die Ruhewerte nach dem zweiten Saunabad zeigen einen geringen Anstieg gegenüber den letzten Saunawerten, liegen jedoch noch immer um 45 mmHg unter dem systolischen und um 24 mmHg unter dem diastolischen Blutdruck vor der Sauna.

Im Gegensatz zu den Normotonikern kommt es bei den Hypertonikern im Laufe des Schwitzens zu keiner Vergrößerung der Amplitude.

Der mittlere Anstieg der Pulsfrequenz ist bei den weiblichen Hypertonikern am geringsten (maximal 107/Min.) und bei den männlichen Hypertonikern am stärksten (maximal 130/Min.) von allen vier Gruppen ausgeprägt.

Abbildung 5:

Graphische Darstellung der Korrelationsgeraden der Blutdruckveränderungen der Hypertoniker während der gesamten Versuchsdauer im Saunabad



Obgleich unsere Versuchsanordnung durch das Duschen zwischen den beiden Saunabädern eine Unterbrechung des kontinuierlichen Blutdruckabfalls bei den Hypertonikern bedingt, ergibt sich dennoch, über die gesamte Versuchsdauer gesehen, ein signifikanter Abfall des systolischen wie diastolischen Blutdruckes bei beiden Gruppen der Hypertoniker (s. Abb. 5).

Tabelle 5:

Veränderungen der Blutdruckwerte während der gesamten Versuchsdauer im Saunabad

	r	P
männl. Hypertoniker: systolisch	0,8560	<0,001
diastolisch	0,8902	<0,001
weibl. Hypertoniker: systolisch	0,4504	<0,05
diastolisch	0,9123	<0,001

II. Schweiß - Untersuchungen

1) Der Elektrolytgehalt des Schweißes bei Normotonikern und Hypertonikern sowie bei männlichen und weiblichen Versuchspersonen.

a) Mittlere Elektrolytkonzentrationen (mVal/l)des Hitzeschweißes.

Der Natrium-, Kalium- und Chloridgehalt des Schweisses wurde aus insgesamt 34 Untersuchungen an Normotonikern und 30 Untersuchungen an Hypertonikern ermittelt :

Tabelle 6:

	Normotoniker	Hypertoniker	Differenz (mVal/l)	Signifikanz der Diff. P
männl. Vp.				
Untersuchungen	30	20		
Zahl der Vp.	9	7		
Na (mVal/l)	106 (± 31)	106 (± 42)	0	
K (mVal/l)	8,4 (± 1,8)	9,8 (± 2,0)	+ 1,4	> 0,005
Cl (mVal/l)	96 (± 31)	90 (± 28)	- 6	> 0,25
weibl. Vp.				
Untersuchungen	4	10		
Zahl der Vp.	3	3		
Na (mVal/l)	115 (± 35)	183 (± 17)	+68	< 0,0005
K (mVal/l)	13,2 (± 0,6)	15,8 (± 2,4)	+ 2,6	> 0,025
Cl (mVal/l)	107 (± 34)	159 (± 20)	+52	< 0,0025

Ein Vergleich der mittleren Elektrolytkonzentrationen des Schweißes von Normotonikern und Hypertonikern ergibt bei den männlichen Versuchspersonen für Natrium und Chlorid keine wesentlichen Unterschiede. Nur der Kaliumgehalt liegt bei den Hypertonikern um 1,4 mVal/l signifikant höher als bei den Normotonikern. Die weiblichen Hypertoniker weisen dagegen für sämtliche Elektrolytkonzentrationen des Schweisses signifikant höhere Werte als die weiblichen Normotoniker auf.

Eine Gegenüberstellung der mittleren Elektrolytkonzentrationen des Schweißes von männlichen und weiblichen Versuchspersonen ohne Berücksichtigung des Blutdruckes ergibt recht erhebliche Unterschiede zwischen beiden Gruppen :

Tabelle 7 :

	männl. Vp.	weibl. Vp.	Differenz (mVal/l)	Signifikanz der Diff. P
Untersuchungen	50	14		
Zahl der Vp.	16	6		
Na (mVal/l)	106 ($\pm$ 35)	163 ($\pm$ 39)	+ 57	< 0,0005
K (mVal/l)	8,9 ($\pm$ 1,9)	15,1 ($\pm$ 2,3)	+6,2	< 0,0005
Cl (mVal/l)	94 ($\pm$ 29)	144 ($\pm$ 34)	+ 50	< 0,0005

Die weiblichen Versuchspersonen liegen mit sämtlichen Elektrolytkonzentrationen signifikant höher als die männlichen Versuchspersonen (s. Tab. 7).

Zur weiteren Klärung dieses Verhaltens wurde über den Gewichtsverlust die Gesamtausscheidung an Elektrolyten durch den Schweiß während des Saunabadens ermittelt :

b) Gesamtelektrolytverluste (mVal) durch Schweiß während 40 Minuten Saunabadens.

Tabelle 8:

	Normotoniker	Hypertoniker
männl. Vp.		
Untersuchungen	30	20
Zahl der Vp.	9	7
Na (mVal)	83 (± 39)	87 (± 48)
K (mVal)	6,8 (± 3,8)	8,3 (± 3,9)
Cl (mVal)	75 (± 37)	76 (± 43)
Schweißverlust	797 (± 333) g	903 (± 441) g
weibl. Vp.		
Untersuchungen	4	10
Zahl der Vp.	3	3
Na (mVal)	60 (± 48)	97 (± 68)
K (mVal)	6,7 (± 5,0)	8,6 (± 6,7)
Cl (mVal)	60 (± 46)	87 (± 65)
Schweißverlust	504 (± 285) g	520 (± 343) g

Im Gegensatz zu den Elektrolytkonzentrationen des Hitzeschweißes zeigen die Gesamtelektrolytverluste keine wesentlichen Unterschiede zwischen Normotonikern und Hypertonikern.

Gegenüberstellung der Gesamtelektrolytverluste durch Schweiß der männlichen und weiblichen Versuchspersonen ohne Berücksichtigung des Blutdrucks :

Tabelle 9:

	männl. Vp.	weibl. Vp.
Untersuchungen	50	14
Zahl der Vp.	16	6
Na (mVal)	85 (± 42)	86 (± 63)
K (mVal)	7,5 (± 3,8)	8,1 (± 6,1)
Cl (mVal)	76 (± 38)	79 (± 60)
Schweißverlust	836 (± 376) g	510 (± 303) g

Obwohl die weiblichen Versuchspersonen signifikant höhere Elektrolytkonzentrationen im Schweiß aufweisen als die Männer, zeigen sie annähernd gleich hohe Gesamtelektrolytverluste. Die höheren Elektrolytkonzentrationen werden hier durch den wesentlich geringeren Schweißverlust der Frauen kompensiert.
Der mittlere Schweißverlust während 40 Minuten Saunabadens liegt bei den Männern um 326 g signifikant höher als bei den Frauen ($P < 0{,}0005$).

c) Mittlerer Na/Cl - Konzentrationsquotient des Hitzeschweißes.

Der aus unseren Werten errechnete Na/Cl - Konzentrationsquotient beträgt für

	Normotoniker	Hypertoniker
männl. Vp.:	1,11 (± 0,08)	1,17 (± 0,16)
weibl. Vp.:	1,08 (± 0,08)	1,16 (± 0,15)
zusammen :	1,11 (± 0,08)	1,16 (± 0,15)

Der Na/Cl - Konzentrationsquotient der Hypertoniker liegt etwas höher als der der Normotoniker. Die Differenz beträgt 0,05 ($P < 0,15$).

2) Veränderung der Elektrolytkonzentrationen im Schweiß während eines Saunaganges über 35 Minuten.

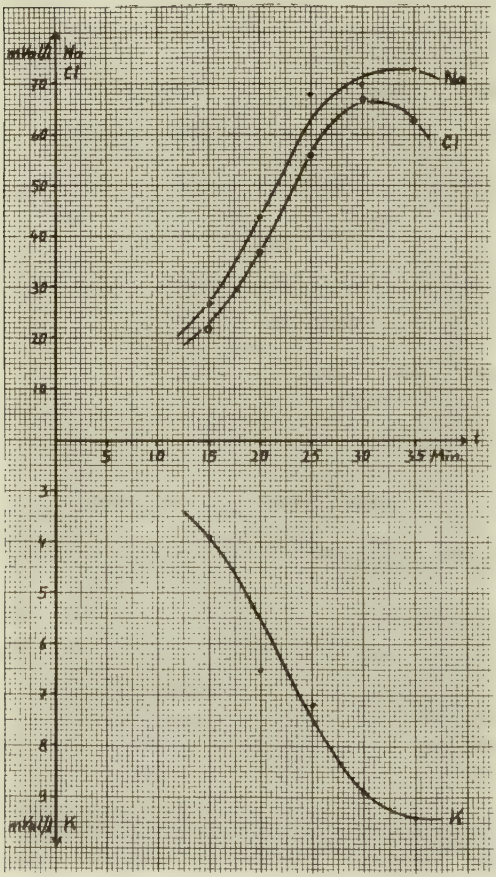
Während eines Saunabades über 35 Minuten wurden von drei Normotonikern in Abständen von je 5 Minuten Schweißproben gesammelt und die Veränderung der Elektrolytkonzentrationen bestimmt. Es ergaben sich folgende Mittelwerte:

Differenz der Elektrolytkonzentration gegenüber dem

Ausgangswert nach	15'	20'	25'	30'	35'
Natrium (mVal/l)	+27	+44	+68	+70	+73
Kalium (mVal/l)	-3,9	-6,5	-7,2	-8,9	-9,4
Chlorid (mVal/l)	+22	+37	+56	+67	+63

Abbildung 6:

Graphische Darstellung der Veränderung der Elektrolytkonzentrationen des Schweißes im Verlauf des Schwitzenz

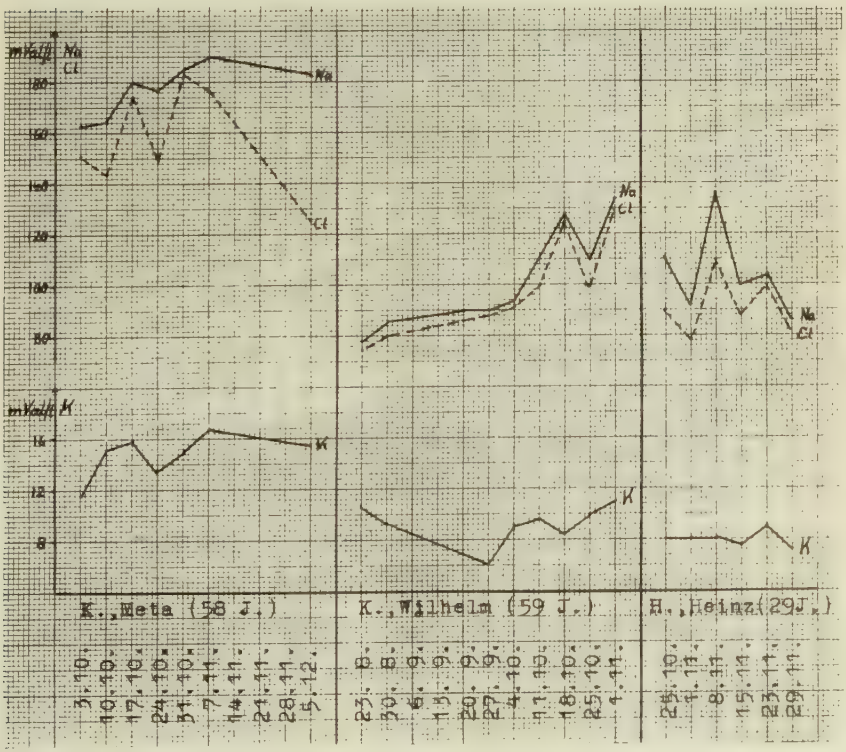


Die graphische Darstellung der ermittelten Werte zeigt, daß der Kaliumgehalt des Schweißes sofort nach Beginn des Schwitzens abfällt, während der Natrium- und Chloridgehalt zunächst parallel zueinander ansteigen, um nach 30 bis 35 Minuten ihr Maximum zu erreichen und dann wieder abzufallen.

3) **Veränderung der Elektrolytkonzentrationen im Schweiß infolge Saunagewöhnung.**

Da die von uns zum Vergleich untersuchten Normotoniker im Gegensatz zu den Patienten z.T. bereits vor Beginn unserer Experimente regelmäßige Saunabesucher waren, erhob sich die Frage, ob sich der Elektrolytgehalt des Schweißes infolge Saunagewöhnung verändert.

Abbildung 7:



Die graphische Darstellung der Elektrolytkonzentrationen bei drei hypertensiven Patienten, die bei und erstmalig Saunabäder nahmen, und die wir über 6, 9 und 11 Wochen regelmäßig einmal pro Woche in der Sauna untersuchten, zeigt, daß der Elektrolytgehalt des Schweißes infolge Saunagewöhnung keine Veränderung erfährt (s. Abb. 7).

III. Serum - Untersuchungen

1) Veränderung der Elektrolytkonzentrationen im Serum nach der Sauna.

Die Elektrolytkonzentrationen im Serum wurden bei insgesamt 17 Normotonikern und 9 Hypertonikern vor und nach dem Saunabad untersucht (s. Tab. 10).

Tabelle 10:

männl. Vp.	Normotoniker	Hypertoniker	
Untersuchungen	13	11	
Zahl der Vp.	8	4	
Na (vor d.Sauna)	137 (± 3,5)	138 (± 4,8)	mVal/l
Na (nach ")	138 (± 2,4)	140 (± 4,2)	"
K (vor ")	3,9 (± 0,3)	4,1 (± 0,3)	"
K (nach ")	3,9 (± 0,3)	3,9 (± 0,5)	"
Cl (vor ")	106 (± 4,3)	107 (± 5,0)	"
Cl (nach ")	107 (± 3,9)	110 (± 5,0)	"

weibl. Vp.	Normotoniker	Hypertoniker	
Untersuchungen	17	10	
Zahl der Vp.	11	5	
Na (vor d.Sauna	143 (± 1,9)	142 (± 3,6)	mVal/l
Na (nach ")	144 (± 1,9)	142 (± 3,7)	"
K (vor ")	4,2 (± 0,3)	4,3 (± 0,4)	"
K (nac ")	4,0 (± 0,2)	3,8 (± 0,3)	"
Cl (vor ")	105 (± 3,3)	111 (± 3,8)	"
Cl (nach ")	105 (± 4,6)	112 (± 3,1)	"

Die Hypertoniker zeigen im Vergleich zu den Normotonikern im allgemeinen keine wesentlichen Unterschiede im Elektrolytgehalt des Serums. Auffallend ist lediglich der höhere Chloridgehalt bei den weiblichen Hypertonikern, der um 6 mVal/l signifikant höher ($P < 0,0005$) liegt als der der normotonen Vergleichsgruppe.

Bei den männlichen Versuchspersonen konnten keine signifikanten Veränderungen der Elektrolytkonzentrationen im Serum nach der Sauna gefunden werden.

Bei den weiblichen Versuchspersonen dagegen weisen die mittleren Kaliumkonzentrationen des Serums nach der Sauna signifikant niedrigere Werte auf als vor der Sauna. Der Abfall beträgt bei der Gruppe der weiblichen Normotoniker 0,2 mVal/l ($P < 0,0025$) und bei den Hypertonikerinnen 0,5 mVal/l ($P < 0,0005$).

Eine Korrelation zwischen Gesamtelektrolytverlusten und Elektrolytveränderungen im Serum, die bei 14 normotonen und 6 hypertensiven Versuchspersonen untersucht wurde, konnte nicht gefunden werden.

2) Veränderung des Cholesteringehaltes im Serum

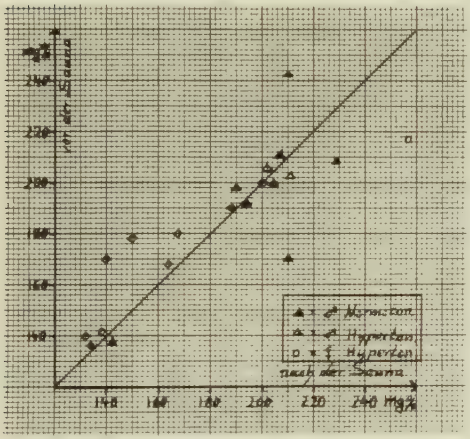
Tabelle 11:

männl. Vp.	Normotoniker	Hypertoniker
Untersuchungen	6	4
Zahl der Vp.	5	2
vor der Sauna	194 (± 36)	201 (± 5) mg%
nach "	199 (± 30)	202 (± 9) mg%

weibl. Vp.	
Untersuchungen	10
Zahl der Vp.	5
vor der Sauna	172 (± 27) mg%
nach "	157 (± 23) mg%

Abbildung 8:

Graphische Darstellung der Cholesterinwerte vor und nach der Sauna



Die Mittelwerte der weiblichen Hypertoniker liegen vor der Sauna um 29 mg% signifikant niedriger als die der männlichen Hypertoniker ($P < 0,05$), obwohl das mittlere Lebensalter der Frauen wesentlich höher lag als das der Männer. Die mittleren Cholesterinwerte der weiblichen Hypertoniker zeigen von 10 Untersuchungen 8 mal einen Abfall, während bei den männlichen Hypertonikern 2 mal ein Abfall und 2 mal ein Anstieg des Cholesteringehaltes nach der Sauna beobachtet wurde. Signifikante Veränderung des Cholesteringehaltes im Serum wurde nur bei der Gruppe der weiblichen Hypertoniker (Abfall um 15 mg% $P < 0,0005$) beobachtet. Eine Altersabhängigkeit des Cholesteringehaltes oder der Veränderung durch Sauna konnte nicht gefunden werden. Allerdings ist das gesamte Untersuchungsmaterial zahlenmäßig zu gering, um exakte Aussagen machen zu können.

D. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

a) Die Wirkung des Saunabadens auf den erhöhten Blutdruck

In der Sauna kommt es durch die extreme Hitzeeinwirkung auf den Körper zu einer starken Dilatation der peripheren Gefäßbahn und damit zu einer relativen Vergrößerung des gesamten Gefäßvolumens. Dies wird bei den Normotonikern durch Engerstellung der Gefäßbahnen der inneren Organe und Entleerung der Blutdepots kompensiert, sodaß keine wesentliche oder eine nur geringfügige Änderung der Blutdruckwerte eintritt (12, 13, 14, 24, 25, 36, 37, 38, 39, 43, 51). Dagegen ergibt sich bei bestehendem Hypertonus ein signifikanter Abfall des systolischen wie auch diastolischen Blutdrucks.

In unseren Untersuchungen erreicht die Gruppe der männlichen Hypertoniker eine Senkung des Blutdruckes von maximal 25 mmHg systolisch und 20 mmHg diastolisch. Bei den Frauen beträgt die maximale Senkung 59 mmHg für den systolischen und 23 mmHg für den diastolischen Wert. Dieses unterschiedliche Verhalten ist nicht geschlechtsgebunden, sondern wahrscheinlich auf die höheren Ausgangswerte der Frauen vor der Sauna zurückzuführen.

Nach der Sauna zeigen die Blutdruckwerte der Männer weiteren Abfall, während die Frauen einen geringen Anstieg des Blutdruckes aufweisen, der aber dennoch weit

unter dem Ausgangswert bleibt. 10 Minuten nach Beendigung des Saunabades weisen die Männer eine Senkung des Blutdruckes um 29 mmHg systolisch und 26 mmHg diastolisch, die Frauen sogar eine um 45 mmHg systolisch und 24 mmHg diastolisch auf.

Wie spätere Blutdruckmessungen bei einigen Hypertonikern ergaben, war sogar noch 1 und 2 Tage nach den Saunaexperimenten eine deutliche Blutdrucksenkung feststellbar. Dies ist wahrscheinlich in erster Linie auf den Natrium-Verlust während des Saunabades zurückzuführen.

D o r s c h n e r (12) fand bei seinen Untersuchungen des Blutdruckes vor und nach einmaligem Saunabad bei Hypertonikern ebenfalls einen mittleren Abfall des systolischen Wertes um 19 mmHg, der noch 1 bis 2 Tage später erkennbar war.

K l i n g l e r - M a n d i g (24) untersuchte acht Hypertoniker nach einem Saunabad und fand ebenfalls systolisch wie diastolisch eine Blutdrucksenkung.

E i s a l o (14) führte Blutdruckmessungen an Hypertonikern in der Sauna durch. Die maximalen Änderungen der Blutdruckwerte gegen Ende des Saunaganges von 15 Minuten Dauer betrugen 29 mmHg systolisch und 16 mmHg diastolisch. Dieser Abfall war noch 60 Minuten nach Beendigung des Saunabades nachweisbar. Spätere Messungen fanden offenbar nicht statt.

Hier ergeben sich Parallelen zu den Beobachtungen an

Hypertonikern in subtropischen, trockenen Gegenden. Trotz Zufuhr einer normalen, eher natriumreichen Kost konnte von N e u h a u s (35) ausnahmslos ein Absinken des systolischen und diastolischen Blutdrucks bei gleichzeitiger starker Natriumausscheidung festgestellt werden. Nach zusätzlicher oraler Gabe von täglich 1 - 2 g NaCl kam es meist wieder zu einem Anstieg des Blutdrucks.

b) Zur Frage der hormonalen Steuerung der Elektrolytkonzentration des Hitzeschweißes.

Die Aldosteronsekretion ist unabhängig vom HVL und ACTH. Sie wird durch Volumenschwankungen des extracellulären Raumes über den Hypothalamus gesteuert (17). Da während des Saunabades eine starke Erweiterung der peripheren Blutgefäße und somit eine relative Blutvolumenverminderung eintritt, ist mit einer vermehrten Aldosteronsekretion bei Hitzeexposition zu rechnen. Dies wurde auch in zahlreichen Arbeiten nachgewiesen (16, 18, 33, 48).

Entgegen der bisherigen Annahme, der Elektrolytgehalt des Schweißes werde analog den Nieren durch Aldosteron gesteuert (1, 6, 45) , scheint es heute erwiesen, daß die Elektrolytkonzentration des Hitzeschweißes von der Aldosteronsekretion unabhängig ist.

K r ü c k (26) untersuchte 1962 die Wirkung von Aldosterongaben. Da im Speichel keine Änderung der Mineralkonzentration beobachtet werden konnte, folgerte der Autor, daß die Aldosteronwirkung auf die Niere beschränkt zu sein scheint.

S h u s t e r (46) fand 1962 in seinen Untersuchungen über die Wirkung von Aldosteronantagonisten keine Änderung der Elektrolytkonzentration im Schweiß.

Wie die Arbeit von H a a p a n e n (16) zeigt, ist der Aldosteroneffekt an der Nierenfunktion bereits während des Saunabadens nachweisbar. Wäre mit einem gleichen Effekt des Aldosterons auf die Schweißsekretion zu rechnen, müßte sich dieser ebenfalls bereits in der Sauna zeigen, indem der Kaliumgehalt des Schweißes anstiege.

A h l m a n n (2) und M i e t t i n e n (32) untersuchten die Kaliumkonzentrationen des Schweißes während zweier aufeinanderfolgender Saunabäder und fanden beide einen signifikanten Abfall der Kaliumkonzentration im zweiten Saunagang.

Aufgrund dieser Befunde ist anzunehmen, daß die Elektrolytkonzentration des Schweißes von der Aldosteronsekretion unabhängig ist. Dafür spricht auch unsere Untersuchung über den Kurvenverlauf der Elektrolytkonzentration des Schweißes bei einem Saunagang über 35 Minuten. Während das Kalium sofort abfällt, steigen der Natrium- und Chloridgehalt in den ersten 30 Minuten an,

um dann wieder abfallende Tendenz aufzuweisen. Ähnliche Beobachtungen über die Kaliumkonzentration des Saunaschweißes finden wir bei M a r c h i o n i n i (30) und H e n t s c h e l (20) angegeben.
B e r e n s o n (5) untersuchte Schweißproben von 31 Versuchspersonen bei 40° C und 95 % Luftfeuchtigkeit und konnte ebenfalls einen Anstieg der Natrium- und Chloridkonzentration innerhalb der ersten 30 bis 35 Minuten sowie einen Abfall der Kaliumkonzentration innerhalb der ersten 40 Minuten feststellen.
Zu gleichen Ergebnissen kam C o l l i n s (7), der Elektrolytveränderungen im Schweiß untersuchte, welchen er durch Metacholininjektion oder Erhitzen der Beine im Wasserbad bei 6 Normalpersonen gewann.

Nach A s c h o f f (28) kommt es bei Wärmebelastung zunächst zu einer Zunahme der tätigen Schweißdrüsen, sodann zu einer Zunahme der Sekretionsleistung der einzelnen Drüsen. Nach dem Gesagten ist also die Elektrolytkonzentration des Schweißes als eine einfache Funktion der Anzahl und Leistung der tätigen Schweißdrüsen aufzufassen.

Interessanterweise scheinen Kurvenverlauf und Zeitfaktoren der Elektrolytveränderungen des Schweißes unabhängig vom Grad der Außentemperatur und Art der Schweißgewinnung zu sein.

c) Vergleich der Elektrolytkonzentrationen im Schweiß bei männlichen und weiblichen Versuchspersonen ohne Berücksichtigung des Blutdrucks.

Die weiblichen Versuchspersonen liegen in unseren Untersuchungen mit allen Schweißelektrolytkonzentrationen wesentlich höher als die männlichen Vergleichspersonen.

A h l m a n n (3) kam 1953 bei seinen Untersuchungen zu den gleichen Ergebnissen, konnte jedoch keine Erklärung dafür finden.

L o b e c k (29) fand im Schweiß, den er mittels Pilocarpin-Injektion gewann, bei Frauen einen höheren Kalium- und geringeren Natrium-Gehalt als bei Männern.

K a r v o n e n (23) gibt dagegen an, daß die Schweißzusammensetzung bei Männern und Frauen keine Unterschiede aufweise.

Nach A s c h o f f (28) setzt die Schweißsekretion bei 34,8° C (34,5° - 35,0° C) Hauttemperatur ein. Der genaue Wert richtet sich nach der Kerntemperatur, die bei den Frauen im Mittelwert um 0,22° C höher liegt als bei den Männern. S c h l i e p h a k e (42) konnte in seinen Untersuchungen feststellen, daß die Hauttemperatur in warmer Umgebung bei Frauen tatsächlich höher ist als bei Männern. Übertragen auf unsere Untersuchungsmethoden bedeutet dies, daß Frauen infolge später einsetzender Sekretion in derselben Zeiteinheit weniger

Schweiß produzieren als Männer. Dies konnten wir in Übereinstimmung mit zahlreichen Untersuchungen anderer Autoren eindeutig nachweisen (5, 13, 29, 37).
Da sich die Elektrolytkonzentration des Schweißes während des Schwitzens in Form einer Gauß'schen Kurve verändert, könnte das verspätete Einsetzen der Schweißsekretion auch zum Teil die Tatsache erklären, daß bei den Frauen der Elektrolytgehalt der in derselben Zeiteinheit gewonnenen Schweißmenge höher ist als bei den Männern. Möglicherweise tritt zusätzlich infolge der höheren Hauttemperatur bei den Frauen eine gewisse Konzentrierung des Schweißes infolge stärkerer Verdunstung ein.

Die aus unseren Elektrolytkonzentrationen ermittelten Na/Cl - Konzentrationsquotienten des Schweißes betragen 1,11 für die Normotoniker und 1,16 für die Hypertoniker. Die Differenz von 0,05 ist nicht signifikant.
A h l m a n n (3) ermittelte Werte, die 1,32 für männliche und 1,55 für weibliche Versuchspersonen ergaben.
Dagegen konnten wir in unseren Untersuchungen keine unterschiedlichen Werte für männliche und weibliche Versuchspersonen feststellen.

d) Vergleich der Elektrolytkonzentrationen im Schweiß bei Normotonikern und Hypertonikern.

Ein Vergleich der Elektrolytkonzentrationen des Schweißes der Normotoniker mit denen der Hypertoniker ergibt für männliche und weibliche Versuchpersonen keine einheitlichen Befunde. Die mittleren Elektrolytkonzentrationen der männlichen Hypertoniker unterscheiden sich von denen der Normotoniker nur durch den höheren Kaliumgehalt. Dagegen weisen die weiblichen Hypertoniker wesentlich höhere Natrium -, Kalium - und Chloridkonzentrationen als die normotonen Vergleichspersonen auf. Die Schweißverluste und die Gesamtelektrolytverluste sind dagegen bei Normotonikern und Hypertonikern nicht signifikant verschieden.

E i s a l o (14) fand bei seinen Untersuchungen einen um 200 g geringeren Schweißverlust der Hypertoniker gegenüber den Normotonikern. Allerdings betrug die mittlere Badezeit der Hypertoniker 15,5 Minuten gegenüber der von 21 Minuten bei den Normotonikern, was den Unterschied erklären kann.

In unseren Untersuchungen, bei denen sich sämtliche Versuchspersonen insgesamt 40 Minuten im Schwitzraum aufhielten, weisen die männlichen Hypertoniker um 106 g und die weiblichen Hypertoniker um 16 g höhere Schweißverluste als die normotonen Kontrollgruppen auf. Danach haben die Hypertoniker unter gleichen Bedingungen, wenn

auch nicht signifikant, so doch eher etwas höhere Schweißverluste als die Normotoniker.

Die in unseren Untersuchungen ermittelten Werte für die Elektrolytkonzentrationen im Schweiß liegen alle an der obersten Grenze oder zum Teil sogar etwas höher als die in der Literatur angegebenen Konzentrationen (40). Nun ist der Elektrolytgehalt des Hitzeschweißes von zahlreichen Faktoren, wie Hauttemperatur, Kerntemperatur, Schweißrate, Körpergegend, Alter, Geschlecht und individuellen Unterschieden abhängig und infolgedessen einer sehr grossen Streuungsbreite unterworfen.

Möglicherweise sind die hohen Werte bei unseren Untersuchungen auf die Art der Schweißsammlung während des Saunabadens zurückzuführen, bei der sich eine gewisse Konzentrierung des Schweißes durch Verdunstung nicht vermeiden ließ. Da jedoch sämtliche Versuchspersonen unter denselben Bedingungen untersucht wurden und es uns in dieser Arbeit im wesentlichen auf eventuelle Unterschiede der Elektrolytkonzentrationen im Schweiß zwischen Normotonikern und Hypertonikern ankam, glaubten wir, diese Parameter vernachlässigen zu können.

e) Besprechung der Serumveränderungen.

Der Elektrolytgehalt des Serums zeigt in unseren Untersuchungen bei der Gruppe der männlichen Versuchspersonen keine signifikanten Unterschiede zwischen Normotonikern und Hypertonikern. Bei den weiblichen Hypertonikern ist dagegen der höhere Chloridgehalt des Serums auffallend, der auch nach der Sauna höher liegt als bei den normotonen Frauen.

C o t t i e r (8) fand bei allen von ihm untersuchten essentiellen Hypertonikern für Natrium, Kalium und Chlorid Werte innerhalb der normalen Schwankungsbreite. Jedoch erreichte in seinem Untersuchungsmaterial die Gruppe der leichten Hypertoniker die höchsten Werte für Natrium und Chlorid.

Die Veränderungen der Elektrolytkonzentrationen des Serums nach der Sauna sind bei den Männern unwesentlich. Dagegen tritt bei beiden Gruppen der weiblichen Versuchspersonen ein signifikanter Abfall der Kaliumkonzentration auf.

M a r c h i o n i n i (30, 31) fand bei seinen Untersuchungen im Glühlichtbad nach 25 Minuten ebenfalls einen Abfall der Kaliumkonzentration im Blutplasma, der sich aber nach zwei Stunden stets wieder normalisiert hatte.

Interessanterweise liegen bei den von uns untersuchten weiblichen Versuchspersonen auch im Schweiß die Ka-

liumkonzentrationen signifikant höher als bei den Männern.

Da die Elektrolyte des Schweißes primär aus der Extracellularflüssigkeit des Gewebes stammen, wäre der vorübergehende Abfall des Kaliumspiegels im Serum mit einem Ausgleich der lokalen Hypokalie der Haut durch das Blut zu erklären. Die Gesamt-Kalium-Verluste sind jedoch zu gering, um zu einem definitiven Abfall des Kaliumspiegels im Plasma zu führen. H a a p a n e n (18) untersuchte die Elektrolytkonzentrationen des Serums gesunder Versuchspersonen in der Sauna und fand keine wesentlichen Veränderungen. Bei acht Personen wurden Kaliumbestimmungen in Abständen von 10 Minuten gemacht, wobei sich äußerst unterschiedliche Kurvenverläufe ergaben.
B e r e n s o n (5) fand bei seinen Untersuchungen an Normalpersonen in feuchter Wärme von 40° C keine signifikanten Veränderungen des Elektrolytgehaltes im Serum.

Im Vergleich zum Gesamtelektrolytbestand des Organismus sind die Elektrolytverluste durch das Saunabaden zu gering, um wesentliche Veränderungen im Plasma zu erzielen.

Der Gesamtcholesterin - Gehalt des Serums wurde nur bei der Gruppe der weiblichen Hypertoniker nach der Sauna signifikant erniedrigt gefunden, wogegen bei beiden Versuchsgruppen der Männer keine wesentlichen Veränderungen zu beobachten waren.
M a r c h i o n i n i (31) gibt an, daß der Cholesteringehalt des Serums beim Schwitzen abfällt, um anschließend wieder anzusteigen. Dagegen konnte O t t (37) keine einheitlichen Veränderungen des Cholesterinspiegels durch Saunabaden feststellen.

f) Zur Frage der therapeutischen Anwendbarkeit der Sauna bei der Behandlung der essentiellen Hypertonie.

Obgleich durch Saunabaden allein keine dauerhafte Normalisierung des erhöhten Blutdruckes erzielt werden kann, übt es doch einen ausgesprochen günstigen Effekt auf die essentielle Hypertonie aus. Dieser ist nicht nur in einer vorübergehenden Verminderung des Widerstandes der peripheren Blutbahn, sondern vor allem durch die erhöhte Natrium - Ausscheidung zu erklären.

E. ZUSAMMENFASSUNG

Während eines Saunabades kam es bei Normotonikern zu keinen wesentlichen Blutdruckveränderungen. Hypertoniker zeigten dagegen in der Sauna systolisch wie diastolisch einen signifikanten Blutdruckabfall. Die maximale Senkung betrug in der Gruppe der männlichen Hypertoniker systolisch 25 mmHg und diastolisch 20 mmHg, in der Gruppe der Hypertonikerinnen systolisch 59 mmHg und diastolisch 23 mmHg. 10 Minuten nach Beendigung des Saunabades betrug die maximale Senkung bei den Männern 29 / 26 mmHg, bei den Frauen 45 / 24 mmHg. Sämtliche Versuchspersonen zeigten in der Sauna ein nahezu lineares Ansteigen der Pulsfrequenz.

Die mittleren Elektrolytkonzentrationen des Hitzeschweißes lagen bei den Hypertonikerinnen für Natrium, Kalium und Chlorid signifikant höher als bei den normotonen Frauen. Die männlichen Hypertoniker zeigten lediglich einen höheren Kaliumgehalt als die Normotoniker.

Die Gesamtelektrolytverluste während 40 Minuten Saunaaufenthaltes waren demgegenüber bei allen 4 Gruppen annähernd gleich hoch. Der Schweißverlust war bei den Frauen signifikant niedriger als bei den Männern.

Während eines Saunabades fiel die Kaliumkonzentration sofort ab, während der Natrium-und Chloridgehalt

zunächst anstiegen, nach 30 bis 35 Minuten aber wieder eine abfallende Tendenz zeigten.

Saunagewöhnung führte zu keiner Veränderung der Elektrolytkonzentrationen im Schweiß.

Die Chloridkonzentrationen des Serums lagen bei den weiblichen Hypertonikern um 6 mVal/l signifikant höher als bei den weiblichen Normotonikern. Der Abfall der Kaliumkonzentration des Serums nach der Sauna war bei beiden Gruppen der Frauen als signifikant anzusehen. Korrelationen zwischen Gesamtelektrolytverlust und Serumveränderungen konnten nicht aufgestellt werden.

Der Cholesteringehalt des Serums war bei den Hypertonikerinnen signifikant niedriger als bei den männlichen Hypertonikern. Der Abfall nach der Sauna war nur bei den Hypertonikerinnen signifikant.

Aus den Ergebnissen wurden therapeutische Möglichkeiten zur Behandlung der essentiellen Hypertonie abgeleitet.

F. LITERATURVERZEICHNIS

1. Ahlmann,K.L., O.Eränkö, M.J.Karvonen, V.Leppänen :
Wirkung schwerer Muskelarbeit im Wettkampf auf den Elektrolytgehalt des Wärmeschweißes.
J. of Appl. Phys. (USA), 4, 1952, p. 911 - 915,

2. Ahlmann, K.L.,O.Eränkö, M.J.Karvonen, V.Leppänen :
Wirkung eines Wasserstoßes und wiederholter oder verlängerter Wärmereize auf den Elektrolytgehalt des Wärmeschweißes.
Acta Endocrin., 12, 1952, p. 140 - 146.

3. Ahlmann,K.L., O.Eränkö, M.J.Karvonen, V.Leppänen :
Mineral-Zusammensetzung des Wärmeschweißes bei gesunden Personen.
J. Clin. Endocrin. & Metabol. (USA), 13, 1953, p. 773 - 782.

4. Benedict,C.G. u. F.G.Benedict :
The nature of the "perspiratio insensibilis".
Scand. Arch. Physiol. 49, 1926, p. 89f.

5. Berenson,G.S. u. G.E.Burch :
A study of the sodium, potassium and chloride contents of thermal sweat of man collected from small isolated areas of skin.
J. of Lab. & Clin. Med., 42, 1953, p. 58.

6. Bugard,P.:
Le role du cortex surrénale dans l'adaptation à la chaleur.
La Presse Méd. (Paris), 67 (32), 1959, p.1333.

7. Collins,K.J.:
Composition of palmar and forearm sweat.
J. of Appl. Phys., 17, 1962, p. 99 - 102.

8. Cottier,P.:
Renale Hämodynamik, Wasser- und Elektrolytausscheidung bei Hypertonie.
Helv. Med. Acta , Suppl.XXXIX,ad Vol.27,1960 Fasc. 4.

9. Cottier,P.:
Renale Hämodynamik, Wasser- und Elektrolytausscheidung bei essentieller Hypertonie.
in "Essentielle Hypertonie" (ein internat. Symposion), Springer - Verlag, 1960, p.76

10. Devrient,W.:
Sauna, das Bad der Bäder.
A.Marcus & E.Weber's Verlag (Berlin).

11. Devrient,W.:
Überwärmungsbäder.
A.Marcus & E.Weber's Verlag (Berlin), 1950 (4.Aufl)

12. Dorschner,F.:
Erfahrungsbericht über Sauna und das Verhalten des Blutdrucks.
Hipp., 32, (Nr.15), 1961, p. 598 - 603.

13. Eggers,P. u. W.Goll :
Die Wirkung des Saunabades auf Herz und Kreislauf.
Dtsch.med.Wschr., 77 (27/28), 1952, p. 863 - 867.

14. Eisalo,A.:
Effects of the Finnish sauna in circulation, studies on healthy and hypertensive subjects.
Academic Dissertation (Hesinki), 1956.

15. Fritzsche,W.:
Die Wirkung der Sauna nach den heutigen wissenschaftlichen Erkenntnissen.
Sauna, 3 (5), 1954, p. 62 - 65

16. Haapanen,E.:
Effect of the Finnish sauna bath on the electrolyte excretion and the renal clearances.
Academic Dissertation (Helsinki), 1958.

17. Heidenreich,O.:
Die physiologische Regulation des Elektrolytstoffwechsels und ihre pharmakologische Beeinflussung.
Dtsch.med. J., 12 (10), 1961, p. 317 - 321.

18. Hellmann,K., K.J.Collins, C.H.Gray, R.M.Jones, J.Barbara Lunnon u. J.S.Weiner:
The excretion of urinary adrenocortical steroids during heat - stress.
J. of Endocrin.(London), 14 (3), 1956, p. 209-216.

19. Hentschel,H.D.:
Die Überwärmungsbehandlung des Rheumatismus innerhalb der Kneippschen Heilweise.
Strahlen-,Klima-,Bäderheilkunde. Fortschritte der Medizin, 73 (16), 1955, p. 411 - 412.

20. Hentschel,H.D.:
Sollen wir unseren Patienten auch heute noch Schwitzprozeduren verordnen ?
Hipp.(Stuttgart), 31 (9), 1960, p. 289 - 298.

21. Jores,A.:
Perspiratio insensibilis.
Zschr.exper. Med., 41, 1930, p. 170 - 185.

22. Karsten,H.:
Sauna.
Hasenclever-Verlag, GmbH (Düsseldorf) 1948

23. Karvonen,M.J.:
Der menschliche Körper unter der Einwirkung der Sauna (nach einem Vortrag zur "Internationalen Sauna-Tagung am 27.10.1954 in München)
Sauna, 4 (5), 1954, p. 66 - 69.

24. Klingler - Mandig, H.:
Der Kreislaufkranke in der Sauna.
Academic Dissertation (Berlin), 1952.

25. Knorre,G.:
Über einige vegetative Regulationen im Saunabad.
Balneologe, 10, 1943, p. 217 - 227.

26. Krück,F.:
Aldosteron und Aldosteronantagonisten.
Med. Welt, 13, 1962, p. 687.

27. Kuno,Y.:
The physiology of human skin.
I. and A. Churchill (London), 1934.

28. Landois - Rosemann :
Lehrbuch der Physiologie des Menschen.
Urban & Schwarzenberg - Verlag (München - Berlin) 1960, 28. Aufl.,
Aschoff : Wärmehaushalt , p. 331 - 367.

29. Lobeck,Ch.C. u. D.Huebner :
Effect of age, sex and cystic fibrosis on the sodium and potassium content of human sweat.
Pediatrics, 30, 1962, p. 172 - 179.

30. Marchionini,A. u. B.Ottenstein :
Stoffwechselveränderungen im Schwitzbad bei Hautgesunden und Hautkranken. I. Mitteilung: Einfluß auf Säurebasenhaushalt und Mineralstoffwechsel.
Klin. Wschr., 21, 1931, p. 969.

31. Marchionini,A. u. B.Ottenstein :
Untersuchungen über den physiologischen Wirkungsmechanismus von Schwitzbädern als Grundlage für ihre therapeutische Anwendung.
Z. physik. Ther., 40, 1931, p. 99.

32. Miettinen,M. u. E.Anttila :
Effect of the finnish steam bath and bathing in ice - cold water on the mineral content of the sweat.
Acta endocrin., 20, 1955, p. 157 - 160.

33. Muller,A.F., A.M.Riondel u. E.L.Manning :
Mécanismes régulateurs de l'aldostérone chez l'homme.
Helv.Med.Acta, 23 (4/5), 1956, p. 610 - 616.

34. Müller - Seifert :
Taschenbuch der Medizinischen Diagnostik.
Verlag von J.F.Bergmann (München),1962, p.378-422.

35. Neuhaus,G. :
Untersuchungen an Bauarbeitern in den Jahren 1954/55 im nördlichen Irak.
Taq - Taq / Suleimaniah (unveröffentlichte Ergebnisse).

36. Ott,V.R. :
Über Veränderungen des EKG bei Saunabädern.
Schweiz.med.Wschr., 77, 1947, p. 648 - 652.

37. Ott,V.R.:
Die Sauna.
Benno Schwabe & Co Verlag (Basel), 1948.

38. Prokop,L.:
Die Kreislaufbelastung in der Sauna.
Sportmedizin, 4, 1953, p. 67 - 70.

39. Prokop,L.:
Sport und Sauna.
in "Training, Leistung, Gesundheit", Wilhelm-Limpert Verlag (Frankfurt/Main), 1953, p.37 - 40.

40. Robinson,S. u. A.H.Robinson :
Chemical composition of sweat.
Physiol. Review, 34, 1954, p. 202.

41. Rothmann,S. u. F.Schaat :
in Jadassohn: Handb.d.Haut- u. Geschl.krkh. 1/2
J. Springer (Berlin), 1929, p. 161 - 377.

42. Schliephake,E. u. R.Smets :
Physikalische Therapie. Physiologische Grundlagen der Wärmebehandlung.
Münch. Med. Wschr., 101 (41), 1959, p. 1808 - 11.

43. Schröder,J.:
Körpertemperatur, Atmung und Kreislauf in der Sauna.
Medizin. Welt, 16, 1952, p. 1013 - 1017.

44. Schröder,J.:
Zur Prophylaxe der Kreislaufkrankheiten.
Münch. Med. Wschr., 98, 1956, p. 1288.

45. Schwab,M. u. K.Kühns :
Die Störungen des Wasser- und Elektrolytstoffwechsels.
Springer-Verlag (Berlin-Göttingen-Heidelberg)1959.

46. Shuster,S.:
Adrenal control of eccrine sweat secretion.
Proc. roy. Soc. Med., 55, 1962, p. 719 - 720.

47. Solth,K.:
Blutdruckveränderungen mit zunehmendem Lebensalter und Körpergewicht.
Med. Klinik (Berlin), 30, 1961, p. 1282 - 83.

48. Streeten,D.H.P., J.W.Conn, L.H.Louis, S.S.Fajans, H.S.Seltzer, R.D.Johnson, R.D.Gittler, A.H.Dube :
Secondary aldosteronism: I. The metabolic and adrenocortical responses of normal men to high environmental temperatures.
J.of Lab.& Clin.Med., 46 (6), 1955, p. 957 - 958.

49. Tropp,C.:
Über Sauna.
Biol.Heilwsn.(Arzt und Patient), 61 (6),1948, p. 177 - 180.

50. Viherjuuri,H.J.:
Finnische Sauna.
Hippokrates - Verlag, Marquardt & Cie, Stuttg.1943.

51. Wassner,U.J.:
Zur Situation des Kreislaufes in der Sauna.
Sauna, 3 (5), 1954, p. 66 - 68.

52. Withehouse,A., W.Hancock u. J.Haldane :
The osmotic passage of water and gas through the human skin.
Proc.Roy.Soc.Med.,(London) 111, 1932, p. 412 - 29.

Herrn Prof. Dr. N e u h a u s danke ich herzlich für die Überlassung des Themas und die konstruktive Beratung.

L e b e n s l a u f

Am 30. März 1936 wurde ich als Tochter des Schneidermeisters Arthur S c h w e i n i t z e r und seiner Ehefrau Else, geb. W o l l g a s t , in Berlin-Charlottenburg geboren. Nach dem Besuch der Volksschule besuchte ich die Herder-Westendschule in Berlin - Charlottenburg und bestand dort 1955 die Reifeprüfung.

An der Freien Universität Berlin begann ich zunächst mit dem Studium der Leibeserziehung, das ich im Jahre 1958 mit dem Sportlehrerexamen abschloß. Das Medizinstudium begann ich 1957, bestand 1958 das Vorphysikum, 1960 das Physikum und 1963 das ärztliche Staatsexamen.

z.Z. bin ich als Medizinalassistentin tätig.